

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 48 915 A 1**

Appl. No. 10/086,250
Doc. Ref. AL23

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 01 R 23/10
G 01 R 23/16

②1 Aktenzeichen: 196 48 915.6
②2 Anmeldetag: 26. 11. 96
④3 Offenlegungstag: 4. 6. 98

DE 196 48 915 A 1

⑦1 Anmelder:
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072
Heilbronn, DE

⑦2 Erfinder:
Zimmerling, Detlef, 74246 Eberstadt, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
MADER, Rainer: Fortschritte in der Entwick-
lung von Mikrowellenzählern. In: Elektronik,
1986, Nr.13, S.144-146;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Frequenzumsetzung

⑤7 Beschrieben wird ein Verfahren zur Frequenzumset-
zung, bei dem ein periodisches Eingangssignal durch Un-
terabtastung mit einem Abtastsignal in ein bezüglich dem
Eingangssignal niederfrequenteres Ausgangssignal fre-
quenzumgesetzt wird. Die Frequenz des Abtastsignals
wird dabei mittels eines digitalen Direkt-Synthetisierers
vorgegeben, welcher durch ein aus dem Eingangssignal
abgeleitetes Taktsignal mit einer zur Frequenz des Ein-
gangssignals proportionalen Frequenz getaktet wird.

DE 196 48 915 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Literaturstelle Stadler, Hartmannsgruber: "Meßtechnik", Verlag Senn, Tettnang, 1985, Seiten 55 - 57 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine schnell ansteigende sägezahnförmige Spannung, deren Frequenz gleich der Frequenz des Eingangssignals ist, mit einer langsam ansteigenden weiteren sägezahnförmigen Spannung verglichen. Als Vergleichsergebnis wird ein Abtastsignal erzeugt, welches zu den Zeitpunkten, in denen die schnell ansteigende sägezahnförmige Spannung den Wert der langsam ansteigenden sägezahnförmigen Spannung erreicht, schmale Abtastimpulse aufweist. Mit diesem Abtastsignal wird das Eingangssignal abgetastet. Es handelt sich hierbei um eine Unterabtastung, da die Frequenz des Abtastsignals nicht mindestens um den Faktor 2 größer als die Frequenz des Eingangssignals ist.

Der wesentliche Nachteil dieses Verfahrens besteht in dem Rücksprung der weiteren sägezahnförmigen Spannung. Aufgrund dieses Rücksprungs setzt sich das durch die Abtastung erzeugte Ausgangssignal aus mehreren aneinandergereihten Kurvenzügen zusammen, wobei jeweils zwei benachbarte Kurvenzüge gegeneinander phasenverschoben sind, d. h. das Ausgangssignal weist an den benachbarten Endpunkten von aneinander angrenzenden Kurvenzügen jeweils einen Phasensprung auf, so daß es nur bereichsweise dem zeitlich gespreizten Eingangssignal entspricht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, mit dem sich Ausgangssignale erzeugen lassen, die keine Phasensprünge aufweisen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Abtastsignal mittels eines digitalen Direkt-Synthesierers, der durch ein aus dem Eingangssignal abgeleitetes Taktsignal angesteuert, d. h. getaktet wird, wobei die Frequenz des Taktsignals zur Frequenz des Eingangssignals proportional ist, kontinuierlich und ohne zeitliche Verzögerung erzeugt werden kann. Die Frequenz des Abtastsignals wird dabei durch den Direkt-Synthesierer vorgegeben und ist, da der Direkt-Synthesierer durch das Taktsignal getaktet wird, auch von der Frequenz des Taktsignals abhängig.

Der Direkt-Synthesierer wird vorzugsweise derart programmiert, daß er als Frequenzteiler mit einem nichtganzzahligen Teilerfaktor wirkt. Die Frequenz des Taktsignals ist demzufolge größer als die Frequenz des Abtastsignals und sie ist zudem keine harmonische Frequenz der Frequenz des Abtastsignals.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens generiert der Direkt-Synthesierer zunächst ein Oszillatorsignal aus dem ein Impulsformer das Abtastsignal erzeugt.

Das erfindungsgemäße Verfahren vereinigt mehrere Vorteile in sich:

- Es läßt sich bestens zur Messung eines hochfrequenten Eingangssignals einsetzen, da die Frequenz des Ausgangssignals durch eine geeignete Programmierung des Direkt-Synthesierers auf einen Frequenzwert eingestellt werden kann, der im zulässigen Frequenzbereich eines zur Messung verwendeten Meßgerätes liegt. Die Messung des Eingangssignals wird dann auf eine Messung des Ausgangssignals zurückgeführt.

- Es ist zur Spektralanalyse des Eingangssignals einsetzbar, da das Ausgangssignal keine durch die Abtastung bedingte Phasensprünge aufweist und das Frequenzspektrum des Ausgangssignals demzufolge dem Frequenzspektrum des Eingangssignals entspricht.

- Es eignet sich bestens zur Messung von durch Frequenzmodulation oder Phasenrauschen gestörten Eingangssignalen, da die Periode des Abtastsignals bei einem frequenzmodulierten Eingangssignal aufgrund des als Frequenzteiler wirkenden Direkt-Synthesierers derart variiert wird, daß beim frequenzmodulierten Eingangssignal die gleichen Signalwerte wie beim unmodulierten, d. h. ungestörten, Eingangssignal abgetastet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figur, die als Ausführungsbeispiel eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt, näher beschrieben.

Gemäß der Figur wird das Eingangssignal U_E dem Eingang B eines Leistungsteilers LT und über den Leistungsteiler LT dem Abtast-Halte-Glied AH und der Taktableiteinheit TA zugeführt. Die Taktableiteinheit TA erzeugt aus dem Eingangssignal U_E , beispielsweise durch Verstärkung und Impulsformung, das Taktsignal U_T , welches dem Takteingang TE des digitalen Direkt-Synthesierers DS zugeführt wird und die Zeitbasis des Direkt-Synthesierers DS vorgibt. In der Taktableiteinheit TA kann des weiteren, falls die Frequenz f_E des Eingangssignals U_E die maximal zulässige Taktfrequenz des Direkt-Synthesierers DS überschreitet, eine Frequenzteilung der Frequenz f_E des Eingangssignals U_E um einen ganzzahligen Faktor N_1 vorgenommen werden. Der Direkt-Synthesierer DS erzeugt aus dem Taktsignal U_T das Oszillatorsignal U_O , dessen Frequenz f_O kleiner als die Frequenz f_T des Taktsignals U_T ist. Der Kurvenverlauf des Oszillatorsignals U_O läßt sich dabei durch eine Reihe von digitalen Datenwörtern vorgeben, welche vom Direkt-Synthesierer DS, beispielsweise durch Auslesen eines Speichers und/oder durch Berechnung nach einem bestimmten Algorithmus, generiert werden. Die Datenwörter werden nacheinander in einem durch die Frequenz f_T des Taktsignals U_T festgelegten zeitlichen Abstand generiert und stellen jeweils denjenigen Wert des Oszillatorsignals U_O dar, den dieses zu dem Zeitpunkt, in dem das jeweilige Datenwort generiert wird, aufweist. Eine Analog-Digital-Wandlung der Reihe von Datenwörtern und ggf. eine anschließende Glättung des durch die Analog-Digital-Wandlung erzeugten Signals liefert dann den gewünschten Kurvenverlauf des Oszillatorsignals U_O . Der Direkt-Synthesierer DS wirkt als Frequenzteiler mit einem das Verhältnis aus der Frequenz f_T des Taktsignals U_T zur Frequenz f_O des Oszillatorsignals U_O darstellenden nichtganzzahligen Teilerfaktor. Das Oszillatorsignal U_O wird dem Impulsformer IF zugeführt, der daraus das zum Oszillatorsignal U_O frequenzgleiche Abtastsignal U_A erzeugt. Das Verhältnis aus der Frequenz f_A des Abtastsignals U_A zur Frequenz f_E des Eingangssignals U_E ist demzufolge ein nichtganzzahliger Faktor, der größer als 1 ist. Das Abtastsignal U_A weist eine Vielzahl schmaler Abtastimpulse auf, deren Breite deutlich schmaler, beispielsweise ca. 10 mal schmaler, als die Periode des Eingangssignals U_E ist und von denen die jeweils benachbarten Abtastimpulse um eine Periode f_A^{-1} des Abtastsignals U_A zeitlich voneinander beabstandet sind. Das Eingangssignal U_E wird im Abtast-Halte-Glied AH, das durch das Abtastsignal U_A angesteuert wird, zu Abtastzeitpunkten, die durch die Abtastimpulse des Abtastsignals U_A festgelegt werden, abgetastet. Das Abtast-Halte-Glied AH liefert dann als Ergebnis das Ausgangssignal U_M , dessen

Frequenz f_M kleiner als die Frequenz f_E des Eingangssignals U_E ist und dessen Kurvenverlauf dem zeitlich gespreizten Eingangssignal U_E entspricht. Das Eingangssignal U_E kann daher mit dem Abtast-Halte-Glied AH nachgeschalteten Meßgeräten durch Messung des Ausgangssignals U_M gemessen werden. Zwischen Abtast-Halte-Glied AH und Meßgeräte kann zusätzlich ein Tiefpaßfilter TP zur Glättung des Ausgangssignals U_M geschaltet sein.

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Frequenzumsetzung, bei dem ein periodisches Eingangssignal (U_E) durch Unterabtastung mit einem Abtastsignal (U_A) in ein bezüglich dem Eingangssignal (U_E) niederfrequenteres Ausgangssignal (U_M) frequenzumgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Frequenz (f_A) des Abtastsignals (U_A) mittels eines digitalen Direkt-Synthesierers (DS) vorgegeben wird, welcher durch ein aus dem Eingangssignal (U_E) abgeleitetes Taktsignal (U_T) mit einer zur Frequenz (f_E) des Eingangssignals (U_E) proportionalen Frequenz (f_T) getaktet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Direkt-Synthesierer (DS) derart programmiert wird, daß er als Frequenzteiler mit nichtganzzahligen Teilerfaktor wirkt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Direkt-Synthesierer (DS) ein Oszillatorsignal (U_O) generiert, aus dem ein Impulsformer (IF) das Abtastsignal (U_A) erzeugt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Messung von hochfrequenten Eingangssignalen (U_E) verwendet wird.

15

20

25

30

35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

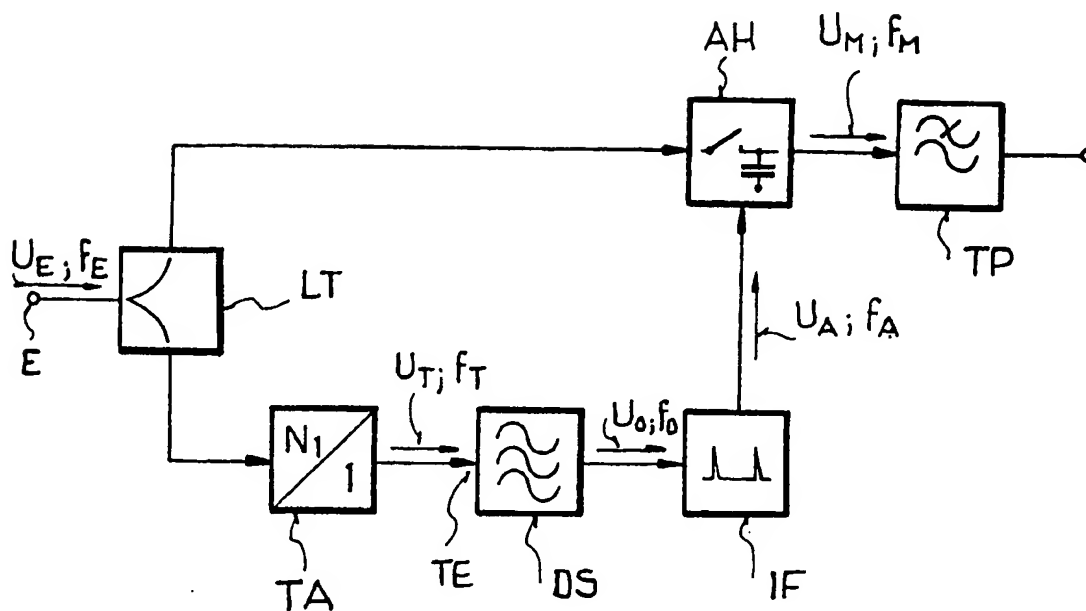


FIG.